

Method for balancing battery pack energy levels


Publication date: 2001-08-23

Applicant: DELPHI TECH INC (US)

- International: *H02J7/00; H02J7/00; (IPC1-7): H01M10/42; H02J7/00*

Application number: DE20011005508 20010207

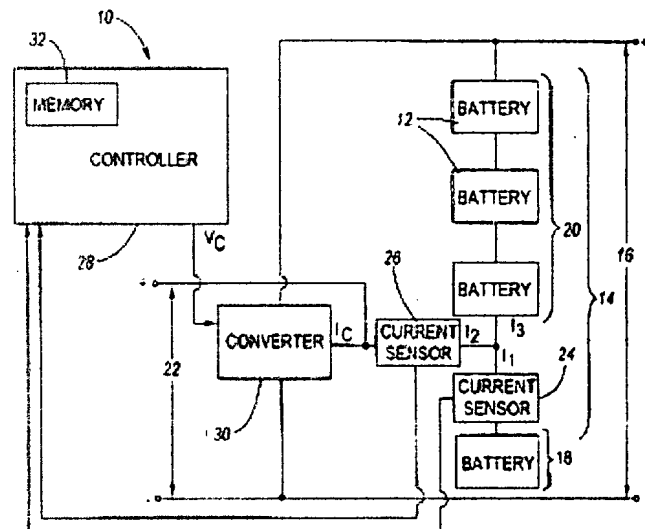
Priority number(s): US20000502752 20000211

 US6271645 (B1)

Report a data error here

Abstract of corresponding document: US6271645

A method and circuit for balancing energy levels among first and second battery groups within a battery pack are provided. The first and second battery groups are connected across a first current bus that may, for example, provide power for an electric motor of an electric vehicle. The first battery group is also connected across a second current bus that may, for example, provide current to vehicle electrical systems such as lighting systems. The method includes the steps of generating a first state of charge value indicative of a first energy level in the first battery group and generating a second state of charge value indicative of a second energy level in the second battery group. The method also includes the step of controlling the first energy level responsive to the first and second state of charge values.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 05 508 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
H 01 M 10/42
H 02 J 7/00

②① Aktenzeichen: 101 05 508.0
②② Anmeldetag: 7. 2. 2001
④③ Offenlegungstag: 23. 8. 2001

DE 101 05 508 A 1

③⑩ Unionspriorität:
09/502,752 11. 02. 2000 US
⑦① Anmelder:
Delphi Technologies, Inc., Troy, Mich., US
⑦④ Vertreter:
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80538 München

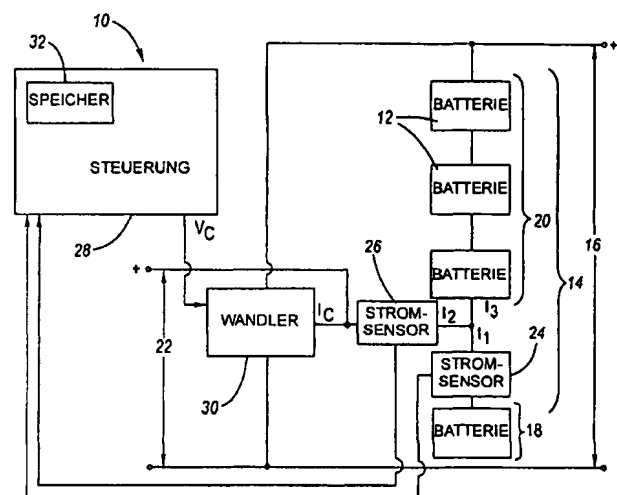
⑦② Erfinder:
Schneider, Eric D., Carmel, Ind., US; Fattic, Gerald
T., Fishers, Ind., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Abgleich von Energieniveaus einer Batteriepackung

⑤⑦ Es ist ein Verfahren und eine Schaltung zum Abgleich von Energieniveaus unter ersten und zweiten Batteriegruppen (18, 20) innerhalb einer Batteriepackung (14) vorgesehen. Die ersten und zweiten Batteriegruppen (18, 20) sind über einen ersten Strombus (16) geschaltet, der beispielsweise Leistung für einen Elektromotor eines Elektrofahrzeugs liefern kann. Die erste Batteriegruppe (18) ist auch über einen zweiten Strombus (22) geschaltet, der beispielsweise Strom an elektrische Fahrzeugsysteme, wie beispielsweise Lichtsysteme, liefern kann. Das Verfahren umfaßt die Schritte (34, 36, 38) zur Erzeugung eines ersten Ladungszustandswertes (SOC₁), der ein erstes Energieniveau in der ersten Batteriegruppe (18) angibt, und zur Erzeugung eines zweiten Ladungszustandswertes (SOC₂), der ein zweites Energieniveau in der zweiten Batteriegruppe (20) angibt. Das Verfahren umfaßt auch den Schritt zur Steuerung des ersten Energieniveaus in Ansprechen auf die ersten und zweiten Ladungszustandswerte (SOC₁, SOC₂).



DE 101 05 508 A 1

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

Diese Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltung zum Abgleich von Energieniveaus unter Batterien in einer Batteriepackung.

2. Offenbarung des Standes der Technik

Wie in dem U.S. Patent Nr. 5,631,534 gezeigt ist, kann ein herkömmliches System zum Antrieb eines Elektro- oder Hybridfahrzeuges eine Batteriepackung mit mehreren Batterien umfassen, die über einen ersten Strombus in Reihe geschaltet sind. Der erste Strombus kann dazu verwendet werden, Leistung für einen Elektromotor in dem Fahrzeug zu liefern. Die über den ersten Strombus gelieferte Leistung ist durch das Energieniveau der schwächsten Batterie der Gruppe der in Reihe geschalteten Batterien begrenzt. Demgemäß ist es, wie auch in dem U.S. Patent Nr. 5,631,534 gezeigt ist, üblich, eine Schaltung zum Abgleich von Energieniveaus unter den in Reihe geschalteten Batterien zu schaffen. Es ist auch üblich, daß die Batteriepackung eine zusätzliche Batterie umfaßt, die über einen zweiten Zubehörsstrombus gekoppelt ist, der Leistung für Lichtsysteme, Startsysteme und andere elektrische Systeme in dem Fahrzeug liefert. Die Verwendung einer zusätzlichen Batterie zum Antrieb elektrischer Fahrzeugsysteme erhöht jedoch die Kosten und die Größe der Batteriepackung und des Fahrzeugs.

Es besteht somit ein Bedarf für ein Verfahren und eine Schaltung zum Abgleich von Energieniveaus in einer Batteriepackung, das/die einen oder mehrere der oben erwähnten Nachteile minimiert oder beseitigt.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung sieht ein Verfahren und eine Schaltung zum Abgleich von Energieniveaus unter Batterien in einer Batteriepackung vor. Insbesondere sieht die vorliegende Erfindung ein Verfahren und eine Schaltung zum Abgleich von Energieniveaus zwischen einer ersten Batteriegruppe und einer zweiten Batteriegruppe in einer Batteriepackung vor, wobei die ersten und zweiten Batteriegruppen über einen ersten Strombus geschaltet sind, und die erste Batteriegruppe ferner über einen zweiten Strombus geschaltet ist. Der erste Strombus kann beispielsweise dazu verwendet werden, Leistung für einen Elektromotor in einem Fahrzeug zu liefern, während der zweite Strombus beispielsweise dazu verwendet werden kann, elektrische Fahrzeugsysteme wie beispielsweise Lichtsysteme oder andere Systeme zu betreiben. Die Startfunktion kann durch die elektrische Maschine an dem ersten Strombus (d. h. den Bus mit höherer Spannung) ausgeführt werden.

Ein Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung kann den Schritt zur Erzeugung eines ersten Ladungszustandswertes umfassen, der ein erstes Energieniveau der ersten Batteriegruppe angibt. Das Verfahren kann auch den Schritt zur Erzeugung eines zweiten Ladungszustandswertes umfassen, der ein zweites Energieniveau der zweiten Batteriegruppe angibt. Schließlich kann das Verfahren den Schritt zur Steuerung des ersten Energieniveaus in Ansprechen auf den ersten Ladungszustandswert und den zweiten Ladungszustandswert umfassen.

Eine Schaltung gemäß der vorliegenden Erfindung kann Mittel umfassen, wie beispielsweise Stromsensoren und eine Steuerung, die softwaregesteuert arbeitet, um erste und

zweite Ladungszustandswerte zu erzeugen, die ein erstes Energieniveau der ersten Batteriegruppe bzw. ein zweites Energieniveau der zweiten Batteriegruppe angeben. Die Schaltung kann auch Mittel umfassen, wie beispielsweise die oben beschriebene Steuerung und einen Wandler, um das erste Energieniveau in der ersten Batteriegruppe in Ansprechen auf die ersten und zweiten Ladungszustandswerte zu steuern.

Ein Vorteil eines Verfahrens und einer Schaltung gemäß der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Schaltung dazu in der Lage sind, ein Gleichgewicht der Energieniveaus unter Batterien innerhalb einer Batteriepackung beizubehalten, wobei die Packung dazu verwendet wird, Leistung an zwei Strombusse mit verschiedenen Lasten zu liefern. Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Schaltung beseitigt daher das Erfordernis für eine separate zusätzliche Batterie, um Leistung an den zweiten Strombus zu liefern.

Diese und andere Merkmale der Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen offensichtlich, welche beispielhaft Merkmale dieser Erfindung veranschaulichen.

ZEICHNUNGSKURZBESCHREIBUNG

Fig. 1 ist ein schematisches Blockdiagramm, das eine Schaltung gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

Fig. 2 ist ein Flußdiagramm, das ein Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt.

Fig. 3 ist eine schematische Darstellung des Schrittes zur Erzeugung eines ersten Ladungszustandswertes in dem in Fig. 2 gezeigten Verfahren.

Fig. 4 ist eine schematische Darstellung des Schrittes zur Erzeugung eines zweiten Ladungszustandswertes in dem in Fig. 2 gezeigten Verfahren.

Fig. 5 ist ein Flußdiagramm, das Unterschritte in dem Schritt zur Steuerung des Energieniveaus einer Batteriegruppe in dem in Fig. 2 gezeigten Verfahren darstellt.

Fig. 6 ist ein Diagramm, das Stromwerte zum Laden oder Entladen einer Batteriegruppe innerhalb einer Batteriepackung in Ansprechen auf einen Unterschied der Energieniveaus unter Batteriegruppen innerhalb der Batteriepackung darstellt.

Fig. 7 ist eine schematische Darstellung der Unterschritte von Fig. 5.

Fig. 8 ist ein Diagramm, das obere und untere Grenzen für die Betriebsspannung des Wandlers der Schaltung von Fig. 1 relativ zu der Temperatur von einer der Batteriegruppen von Fig. 1 darstellt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

In den Zeichnungen bezeichnen in allen Ansichten gleiche Bezugszeichen identische Komponenten. Fig. 1 zeigt eine Schaltung 10 zum Abgleich von Energieniveaus unter Batterien 12 innerhalb einer Batteriepackung 14 gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Packung 14 kann Leistung für ein Elektro- oder Hybridfahrzeug liefern. Es sei jedoch zu verstehen, daß die Packung 14 bei einer breiten Vielzahl von Anwendungen verwendet werden kann. Die Packung 14 kann vier Batterien 12 umfassen, die über einen ersten Strombus 16 in Reihe geschaltet sind. Der Bus 16 kann beispielsweise dazu verwendet werden, um Leistung für einen Elektromotor eines Fahrzeugs zu liefern. Die Packung 14 kann erste und zweite Batteriegruppen 18, 20 umfassen, und die Gruppe 18 kann auch über einen zweiten Strombus 22

geschaltet sein. Der Bus 22 kann beispielsweise dazu verwendet werden, um Leistung für verschiedene elektrische Fahrzeugsysteme (d. h. zusätzliche Lasten) zu liefern, wie beispielsweise Gebläse, Lichtsysteme und andere Systeme. Es sei jedoch zu verstehen, daß die Anzahl von Batterien 12 in der Packung 14 und in den Gruppen 18, 20 in Ansprechen auf die Anforderungen der beabsichtigten Anwendung variieren kann. Die Batterien 12 können herkömmliche Bleibatterien mit zwölf (12) Volt umfassen, wodurch etwa achtundvierzig (48) Volt über Bus 16 und etwa zwölf (12) Volt über Bus 22 geliefert werden. Es sei jedoch zu verstehen, daß der Spannungspegel und der Batterietyp variieren können. Beispielsweise können Batterien 12 alternativ eine breite Vielzahl herkömmlicher Batterien umfassen, einschließlich Nickel-Cadmium-Batterien, Nickel-Metallhydrid-Batterien und Lithium-Polymer-Batterien.

Wie oben erwähnt ist, ist die Schaltung 10 vorgesehen, um die Energieniveaus unter den Batterien 12 in der Packung 14 abzugleichen. Insbesondere kann die Schaltung 10 vorgesehen sein, um das Energieniveau der Batteriegruppe 18 relativ zu der Batteriegruppe 20 abzugleichen. Die Schaltung 10 kann Mittel umfassen, wie beispielsweise Stromsensoren 24, 26 und eine Steuerung 28, die softwaregesteuert arbeitet, um erste und zweite Ladungszustandswerte zu erzeugen, die die Energieniveaus bzw. Ladungszustände der Batteriegruppen 18, 20 angeben. Die Schaltung 10 kann auch Mittel umfassen, wie beispielsweise die Steuerung 28, die softwaregesteuert arbeitet, und einen Wandler 30, um das Energieniveau der Batteriegruppe 18 in Ansprechen auf die ersten und zweiten Ladungszustandswerte zu steuern.

Stromsensoren 24, 26 sind vorgesehen, um Strompegel innerhalb der Batteriepackung 14 zu messen und um Stromanzeigesignale zu erzeugen, die den gemessenen Strompegel angeben. Die Sensoren 24, 26 können eine herkömmliche, in der Technik bekannte Vorrichtung umfassen. Bei einer ausgeführten Ausführungsform umfassen die Sensoren 24, 26 Nebenschlüsse (d. h. kalibrierte Widerstände, die eine gegebene Spannung für eine gegebene Stromgröße erzeugen). Alternative Konfigurationen für die Sensoren 24, 26 können Halleffekt-Sensoren umfassen. Der Sensor 24 ist so konfiguriert, daß der Pegel eines Stromes I_1 in Batteriegruppe 18 gemessen und ein Stromanzeigesignal erzeugt wird, das den Pegel von Strom I_1 angibt. Der Sensor 26 ist so konfiguriert, daß der Pegel eines Stromes I_2 gemessen wird, der durch Batteriegruppe 18 an den Strombus 22 geliefert wird, und um ein Stromanzeigesignal zu erzeugen, das den Pegel von Strom I_2 angibt.

Die Steuerung 28 ist vorgesehen, um die Packung 14 zu verwalten und steuern. Die Steuerung 28 ist auch dazu vorgesehen, den Wandler 30 in Ansprechen auf Strompegel von Strömen I_1 und I_2 zu steuern, die durch Sensoren 24, 26 gemessen werden. Die Steuerung 28 kann einen Speicher 32 umfassen und arbeitet durch Software gesteuert, die im Speicher 32 oder einem anderen Speicher (nicht gezeigt) außerhalb der Steuerung 28 gespeichert sein kann. Die Software kann die Steuerung 28 so konfigurieren, um sowohl die Schritte, daß erste und zweite Ladungszustandswerte entsprechend den Energieniveaus von Batteriegruppen 18, 20 erzeugt werden und das Energieniveau von Gruppe 18 in Ansprechen auf die ersten und zweiten Ladungszustandswerte gesteuert wird, als auch die Unterschritte in Verbindung mit diesen Schritten auszuführen, wie nachfolgend detaillierter beschrieben ist.

Der Wandler 30 ist vorgesehen, um das Energieniveau oder den Ladungszustand der Packung 14 und der Batteriegruppe 18 zu steuern. Der Wandler 30 ist ein in der Technik bekannter herkömmlicher Wandler und kann einen Wandler 30 von Gleichstrom zu Gleichstrom (DC/DC-Wandler) um-

fassen. Der Wandler 30 kann über Strombus 16 und Strombus 22 geschaltet sein. Die Betriebsspannung des Wandlers 30 kann in Ansprechen auf eine Spannungsanweisung V_C von Steuerung 28 gesteuert werden, und der Wandler 30 kann in Ansprechen darauf einen Strom I_C an die Batteriegruppe 18 liefern.

Nun wird ein Verfahren zum Abgleich von Energieniveaus in der Batteriepackung 14 gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben. Ein Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Schritte 34, 36, 38 umfassen: (i) Erzeugen eines ersten Ladungszustandswertes SOC_1 , der das Energieniveau oder den Ladungszustand der Batteriegruppe 18 angibt; (ii) Erzeugen eines zweiten Ladungszustandswertes SOC_2 , der das Energieniveau oder den Ladungszustand der Batteriegruppe 20 angibt; und (iii) Steuern des Energieniveaus der Batteriegruppe 18 in Ansprechen auf die ersten und zweiten Ladungszustandswerte SOC_1 und SOC_2 .

Der Schritt 34 zur Erzeugung eines ersten Ladungszustandswertes SOC_1 kann verschiedene Unterschritte umfassen. Insbesondere kann Schritt 34 die Unterschritte umfassen: Erfassen des Pegels eines Stromes I_1 in Batteriegruppe 18 und Bestimmen des ersten Ladungszustandswertes SOC_1 in Ansprechen auf den gemessenen Strompegel. Der Stromsensor 24 kann dazu verwendet werden, den Pegel des Stromes I_1 zu messen und ein Stromanzeigesignal zu erzeugen, das den Pegel des Stromes I_1 angibt. In Fig. 3 kann die Steuerung 28 dann dazu verwendet werden, den ersten Ladungszustandswert SOC_1 gemäß der folgenden Formel zu bestimmen:

$$SOC_1 = SOC_1 + ((I_1 \cdot K_C)/CAP_1) - (I_1 \cdot K_D)/CAP_1$$

Die Koeffizienten K_C und K_D sind so bestimmt, um den Coulombschen Wirkungsgrad beim Laden und Entladen der Batteriegruppe 18 zu kompensieren. Bei einer Ausführungsform der Erfindung werden die Coulombschen Wirkungsgrade zum Laden und Entladen von Batteriegruppe 18 mit 96% und 100% angenommen. Daher betragen die Koeffizienten K_C und K_D 0,96 bzw. 1,0. CAP_1 stellt einen vorbestimmten Batteriegruppenkapazitätswert für Batteriegruppe 18 dar und wird basierend auf der Größe der Kapazität der Gruppe 18 unter der Annahme geschätzt, daß Gruppe 18 aus neuen Batterien 12 besteht. SOC_1 stellt einen vorher gemessenen Ladungszustandswert für Batteriegruppe 18 dar. Bei einer Ausführungsform der Erfindung wird der erste Ladungszustandswert alle 7,8 Millisekunden bestimmt.

Der Schritt 36 zur Erzeugung eines zweiten Ladungszustandswertes SOC_2 kann auch verschiedene Unterschritte umfassen. Insbesondere kann Schritt 36 die Unterschritte umfassen: Erfassen des Pegels eines Stromes I_2 in Batteriegruppe 20 und Bestimmen des zweiten Ladungszustandswertes SOC_2 in Ansprechen auf den gemessenen Strompegel. Es können Stromsensoren 24 und 26 dazu verwendet werden, den Pegel der Ströme I_1 und I_2 zu messen und Stromanzeigesignale zu erzeugen, die die Pegel der Ströme I_1 und I_2 angeben. Der Pegel des Stromes I_2 kann dann von der Steuerung 28 durch Subtraktion des Pegels von Strom I_2 von dem Pegel von Strom I_1 bestimmt werden. In Fig. 4 kann die Steuerung 28 dann dazu verwendet werden, den zweiten Ladungszustandswert SOC_2 gemäß der folgenden Formel zu bestimmen:

$$SOC_2 = SOC_2 + ((I_2 \cdot K_C)/CAP_2) - (I_2 \cdot K_D)/CAP_2$$

Wie oben dargelegt ist, sind K_C und K_D Koeffizienten, die so bestimmt sind, um den Coulombschen Wirkungsgrad beim Laden und Entladen von Batteriegruppe 18 zu kom-

pensieren, und betragen bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung 0,96 bzw. 1,0. Diese Koeffizienten können jedoch basierend auf dem verwendeten Batterietyp oder der Größe des durch die Batterien gelieferten Stromes variieren. CAP₂ stellt einen vorbestimmten Batteriegruppenkapazitätswert für Batteriegruppe 20 dar und wird basierend auf der Größe der Kapazität von Gruppe 20 unter der Annahme geschätzt, daß Gruppe 20 neue Batterien 12 aufweist. SOC₂ stellt einen vorher gemessenen Ladungszustandswert für Batteriegruppe 20 dar. Bei einer Ausführungsform der Erfindung wird der zweite Ladungszustandswert alle 7,8 Millisekunden bestimmt.

Der Schritt 38 zur Steuerung des Energieniveaus der Batteriegruppe 18 in Ansprechen auf Ladungszustandswerte SOC₁ und SOC₂ kann den Unterschritt umfassen: Laden der Batteriegruppe 18, um die Energieniveaus der Batteriegruppen 18, 20 abzugleichen. Der Unterschritt zum Laden der Batteriegruppe 18 wird unter Bezugnahme auf Fig. 5 detaillierter beschrieben. Der Unterschritt zum Laden kann die Unterschritte 40, 42, 44 umfassen: (i) Erzeugen eines Referenzstromwertes I_{REF} in Ansprechen auf die Ladungszustandswerte SOC₁ und SOC₂; (ii) Vergleichen des Referenzstromwertes I_{REF} mit dem Pegel des Stromes I₂, um einen Stromfehlerwert I_{ERROR} zu erhalten; und (iii) Liefern eines Stromes I_c an die Batteriegruppe 18 in Ansprechen auf den Stromfehlerwert I_{ERROR}.

Der Unterschritt 40 zur Erzeugung eines Referenzstromwertes I_{REF} kann ferner verschiedene Unterschritte umfassen. Insbesondere kann Unterschritt 40 zunächst den Unterschritt zum Vergleichen der Ladungszustandswerte SOC₁ und SOC₂ umfassen, um einen Ladungszustandsdifferenzwert SOCA zu erzielen. Die Steuerung 28 kann diesen Unterschritt durch Subtraktion des Ladungszustandswertes SOC₁ von dem Ladungszustandswert SOC₂ ausführen. Der Unterschritt 40 kann auch den Unterschritt für einen Zugriff auf eine Nachschlagetabelle in einem Speicher, wie beispielsweise Speicher 32, unter Verwendung des Ladungszustandsdifferenzwertes SOCA umfassen, um einen Referenzstromwert I_{REF} zu erhalten. Der Referenzstromwert I_{REF} umfaßt den Sollstrompegel von Strom 12, um unter den Batteriegruppen 18, 20 abgeglichene Energieniveaus sicherzustellen.

Wie in Fig. 6 gezeigt ist, kann, wenn der Ladungszustandsdifferenzwert SOCA angibt, daß die Differenz in den Energieniveaus oder Ladungszuständen unter den Batteriegruppen 18, 20 kleiner als ein Prozent ist, der Referenzstromwert I_{REF} Null sein. Wenn der Ladungszustandsdifferenzwert SOCA angibt, daß das Energieniveau der Batteriegruppe 20 um mehr als ein Prozent größer als das Energieniveau der Batteriegruppe 18 ist, dann wird ein Ladungs- oder negativer Referenzstromwert I_{REF} erzeugt. Wenn der Ladungszustandsdifferenzwert SOCA angibt, daß das Energieniveau der Batteriegruppe 20 um mehr als ein Prozent kleiner als das Energieniveau der Batteriegruppe 18 ist, dann wird ein Entladungs- oder positiver Referenzstromwert I_{REF} erzeugt. Bei der veranschaulichten Ausführungsform nimmt der Referenzstromwert I_{REF} den Wert für eine zehnprozentige Differenz der Energieniveaus an, wenn der Ladungszustandsdifferenzwert SOCA angibt, daß die Differenz der Energieniveaus größer als zehn Prozent ist. Es sei angemerkt, daß die Referenzstromwerte in Fig. 6 beispielhaft sind, und daß tatsächliche Werte relativ zu bestimmten Konstruktionsbetrachtungen in Verbindung mit Packung 14, Gruppen 18, 20 und Batterien 12 variieren können.

Der Unterschritt 42 zum Vergleich des Referenzstromwertes I_{REF} mit dem Pegel des Stromes I₂ kann durch Steuerung 28 ausgeführt werden. Der Vergleich kann durch Subtraktion des gemessenen Strompegels I₂ von dem Referenz-

stromwert I_{REF} erreicht werden, um den Stromfehlerwert I_{ERROR} zu erhalten.

Der Unterschritt 44 zur Lieferung eines Stromes I_c an die Batteriegruppe 18 kann auch verschiedene Unterschritte umfassen, die den Unterschritt zur Steuerung des Wandlers 30 in Ansprechen auf den Stromfehlerwert I_{ERROR} umfassen.

Wie in Fig. 7 gezeigt ist, kann der Unterschritt zur Steuerung des Wandlers 30 auch mehrere Unterschritte umfassen. Zunächst kann der Unterschritt zur Steuerung des Wandlers 30 den Unterschritt zur Verarbeitung des Stromfehlerwertes I_{ERROR} unter Verwendung einer Proportional-/Integral-Regelschaltung 46 umfassen. Die Schaltung 46 kann einen Teil der Steuerung 28 bilden und ist vorgesehen, um den Wandler 30 so zu steuern, daß der Strom I_c und das Energieniveau der Batteriegruppe 18 schrittweise eingestellt werden. Die Schaltung 46 ist eine in der Technik herkömmliche Schaltung und erzeugt eine Spannungsanweisung V_c zur Steuerung des Wandlers 30 in Ansprechen auf den Stromfehlerwert I_{ERROR}. Als zweites kann der Unterschritt zur Steuerung des Wandlers 30 den Unterschritt zur Steuerung einer Betriebsspannung des Wandlers 30 innerhalb vorbestimmter oberer und unterer Spannungsgrenzen umfassen. Die oberen und unteren Spannungsgrenzen sind so bestimmt, daß die Betriebsspannung des Wandlers 30 begrenzt wird, um große Änderungen der Spannung an dem Strombus 22 zu verhindern. Der Unterschritt zur Steuerung der Betriebsspannung von Wandler 30 innerhalb vorbestimmter Spannungsgrenzen kann ferner den Unterschritt umfassen: (i) Bestimmen der oberen und unteren Spannungsgrenzen in Ansprechen auf eine Batterietemperatur BAT_TEMP in Verbindung mit der Batteriegruppe 18; (ii) Vergleichen der Spannungsanweisung V_c mit den vorbestimmten oberen und unteren Spannungsgrenzen; und (iii) Einstellen der Spannungsanweisung V_c, wenn die Spannungsanweisung V_c außerhalb des durch die vorbestimmten oberen und unteren Spannungsgrenzen definierten Bereiches liegt. Die oberen und unteren Spannungsgrenzen können in Nachschlagetabellen 48, 50 gespeichert sein, die in einem Speicher, wie beispielsweise Speicher 32 gespeichert sind. Auf die Tabellen 48, 50 kann in Ansprechen auf ein Batterietemperatursignal BAT_TEMP zugegriffen werden, das durch einen herkömmlichen Temperatursensor (nicht gezeigt) in einer Batteriegruppe 18 erzeugt wird.

Fig. 8 zeigt einen beispielhaften Satz von Spannungsgrenzen basierend auf der Batterietemperatur in der Gruppe 18. Es sei jedoch angemerkt, daß die Spannungsgrenzen, die in Fig. 8 dargelegt sind, nur beispielhaft sind und abhängig von Konstruktionsbetrachtungen der Packung 14, der Batteriegruppen 18, 20, der Batterien 12, und der beabsichtigten Anwendung für die Packung 14 variieren. Der Unterschritt 44 kann schließlich den Unterschritt zur Steuerung des Wandlers 30 in Ansprechen auf eine Spannungsanweisung V_c (bestimmt in Ansprechen auf den vorher bestimmten Stromfehlerwert I_{ERROR}, wie oben beschrieben ist) umfassen. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, erzeugt der Wandler 30 einen Strom I_c in Ansprechen auf eine Spannungsanweisung V_c, um eine Batteriegruppe 18 zu laden oder zu entladen, wodurch das Energieniveau der Gruppe 18 gesteuert und das Energieniveau der Gruppe 18 in bezug auf die Gruppe 20 abgeglichen wird.

Das Verfahren und die Schaltung gemäß der vorliegenden Erfindung sind vorteilhaft, da das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Schaltung dazu in der Lage sind, einen Abgleich der Energieniveaus unter Batterien 12 innerhalb einer Batteriepackung 14 beizubehalten, wobei die Packung 14 dazu verwendet wird, um Leistung an zwei Strombusse 16, 22 mit verschiedenen Lasten zu liefern. Das

erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Schaltung beseitigen daher das Erfordernis für eine separate zusätzliche Batterie, um Leistung an den zweiten Strombus 22 zu liefern.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abgleich von Energieniveaus zwischen einer ersten Batteriegruppe (18) und einer zweiten Batteriegruppe (20) in einer Batteriepackung (14), wobei die ersten und zweiten Batteriegruppen (18, 20) über einen ersten Strombus (16) geschaltet sind und die erste Batteriegruppe (18) ferner über einen zweiten Strombus (22) geschaltet ist, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt:
Erzeugen (34) eines ersten Ladungszustandswertes (SOC_1), der ein erstes Energieniveau der ersten Batteriegruppe (18) angibt;
Erzeugen (36) eines zweiten Ladungszustandswertes (SOC_2), der ein zweites Energieniveau der zweiten Batteriegruppe (20) angibt; und
Steuern (38) des ersten Energieniveaus in Ansprechen auf den ersten Ladungszustandswert (SOC_1) und den zweiten Ladungszustandswert (SOC_2).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt (34) zur Erzeugung eines ersten Ladungszustandswertes (SOC_1) die Unterschritte umfaßt:
Erfassen eines ersten Strompegels eines ersten Stromes (I_1) in der ersten Batteriegruppe (18); und
Bestimmen des ersten Ladungszustandswertes (SOC_1) in Ansprechen auf den ersten Strompegel.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt (36) zur Erzeugung eines zweiten Ladungszustandswertes (SOC_2) die Unterschritte umfaßt:
Erfassen eines ersten Strompegels eines ersten Stromes (I_3) in der zweiten Batteriegruppe (20); und
Bestimmen des zweiten Ladungszustandswertes (SOC_2) in Ansprechen auf den ersten Strompegel.
4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Unterschritt zum Erfassen die Unterschritte umfaßt:
Messen eines zweiten Strompegels eines zweiten Stromes (I_1) in der ersten Batteriegruppe (18);
Messen eines dritten Strompegels eines dritten Stromes (I_2), der durch die erste Batteriegruppe (18) an den zweiten Strombus (22) geliefert wird; und
Subtrahieren des dritten Strompegels von dem zweiten Strompegel.
5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt (38) zur Steuerung den Unterschritt zum Laden der ersten Batteriegruppe (18) umfaßt, um dadurch das erste Energieniveau der ersten Batteriegruppe (18) mit dem zweiten Energieniveau der zweiten Batteriegruppe (20) abzugleichen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Unterschritt zum Laden der ersten Batteriegruppe (18) die Unterschritte umfaßt:
Erzeugen (40) eines Referenzstromwertes (I_{REF}) in Ansprechen auf die ersten und zweiten Ladungszustandswerte (SOC_1 , SOC_2);
Vergleichen (42) des Referenzstromwertes (I_{REF}) mit einem ersten Strompegel eines ersten Stromes (I_2), der durch die erste Batteriegruppe (18) an den zweiten Strombus (22) geliefert wird, um dadurch einen Stromfehlerwert (I_{ERROR}) zu erhalten; und
Liefern (44) eines zweiten Stromes (I_C) an die erste Batteriegruppe (18) in Ansprechen auf den Stromfehlerwert (I_{ERROR}).
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Unterschritt

(40) zur Erzeugung eines Referenzstromwertes (I_{REF}) die Unterschritte umfaßt:

Vergleichen der ersten und zweiten Ladungszustandswerte (SOC_1 , SOC_2), um einen Ladungszustandsdifferenzwert ($SOCD$) zu erhalten; und

Zugreifen auf einen Speicher unter Verwendung des Ladungszustandsdifferenzwertes ($SOCD$), um den Referenzstromwert (I_{REF}) zu erhalten.

8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Unterschritt (44) zur Lieferung eines zweiten Stromes (I_C) den Unterschritt zur Steuerung eines Wandlers (30) in Ansprechen auf den Stromfehlerwert (I_{ERROR}) umfaßt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Unterschritt zur Steuerung eines Wandlers (30) den Unterschritt zur Steuerung einer Betriebsspannung des Wandlers (30) innerhalb vorbestimmter oberer und unterer Spannungsgrenzen umfaßt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Unterschritt zur Steuerung einer Betriebsspannung des Wandlers (30) den Unterschritt zur Bestimmung der oberen und unteren Spannungsgrenzen in Ansprechen auf eine Temperatur (BAT_TEMP) in Verbindung mit der ersten Batteriegruppe (18) umfaßt.

11. Schaltung (10) zum Abgleich von Energieniveaus zwischen einer ersten Batteriegruppe (18) und einer zweiten Batteriegruppe (20) in einer Batteriepackung (14), wobei die ersten und zweiten Batteriegruppen (18, 20) über einen ersten Strombus (16) geschaltet sind und die erste Batteriegruppe (18) ferner über einen zweiten Strombus (22) geschaltet ist, wobei die Schaltung (10) umfaßt:

Mittel (24, 28) zur Erzeugung eines ersten Ladungszustandswertes (SOC_1), der ein erstes Energieniveau der ersten Batteriegruppe (18) angibt;

Mittel (24, 26, 28) zur Erzeugung eines zweiten Ladungszustandswertes (SOC_2), der ein zweites Energieniveau der zweiten Batteriegruppe (20) angibt; und
Mittel (28, 30) zur Steuerung des ersten Energieniveaus in Ansprechen auf die ersten und zweiten Ladungszustandswerte (SOC_1 , SOC_2).

12. Schaltung (10) nach Anspruch 11, wobei das Mittel (24, 28) zur Erzeugung eines ersten Ladungszustandswertes (SOC_1) umfaßt:

Mittel (24) zur Erfassung eines ersten Strompegels eines ersten Stromes (I_1) in der ersten Batteriegruppe (18); und

Mittel (28) zur Bestimmung des ersten Ladungszustandswertes (SOC_1) in Ansprechen auf den ersten Strompegel (I_1).

13. Schaltung (10) nach Anspruch 11, wobei das Mittel (24, 26, 28) zur Erzeugung eines zweiten Ladungszustandswertes (SOC_2) umfaßt:

Mittel (24, 26, 28) zur Erfassung eines ersten Strompegels eines ersten Stromes (I_3) in der zweiten Batteriegruppe (20); und

Mittel (28) zur Bestimmung des zweiten Ladungszustandswertes (SOC_2) in Ansprechen auf den ersten Strompegel.

14. Schaltung (10) nach Anspruch 13, wobei das Erfassungsmittel (24, 26, 28) umfaßt:

Mittel (24) zur Erfassung eines zweiten Strompegels eines zweiten Stromes (I_1) in der ersten Batteriegruppe (18);

Mittel (26) zur Erfassung eines dritten Strompegels eines dritten Stromes (I_2), der durch die erste Batteriegruppe (18) an den zweiten Strombus (22) geliefert wird; und

Mittel (28) zum Vergleich des dritten Strompegels mit

dem zweiten Strompegel.

15. Schaltung (10) nach Anspruch 11, wobei das Steuerungsmittel (28, 30) Mittel (28, 30) zum Laden der ersten Batteriegruppe (18) umfaßt, wodurch das erste Energieniveau der ersten Batteriegruppe (18) mit dem zweiten Energieniveau der zweiten Batteriegruppe (20) abgeglichen wird. 5

16. Schaltung (10) nach Anspruch 15, wobei das Ladungsmittel (28, 30) umfaßt:

Mittel (28) zur Erzeugung eines Referenzstromwertes (I_{REF}) in Ansprechen auf die ersten und zweiten Ladungszustandswerte (SOC_1 , SOC_2); 10

Mittel (28) zum Vergleich des Referenzstromwertes (I_{REF}) mit einem ersten Strompegel eines ersten Stromes (I_2), der durch die erste Batteriegruppe (18) an den zweiten Strombus (22) geliefert wird, um einen Stromfehlerwert (I_{ERROR}) zu erhalten; und 15

Mittel (30) zur Lieferung eines zweiten Stromes (I_C) an die erste Batteriegruppe (18) in Ansprechen auf den Stromfehlerwert (I_{ERROR}). 20

17. Schaltung (10) nach Anspruch 16, wobei das Mittel (28) zur Erzeugung eines Referenzstromwertes (I_{REF}) umfaßt:

Mittel zum Vergleich der ersten und zweiten Ladungszustandswerte (SOC_1 , SOC_2), um einen Ladungszustandsdifferenzwert ($SOC\Delta$) zu erhalten; und 25

Mittel zum Zugreifen auf einen Speicher unter Verwendung des Ladungszustandsdifferenzwertes ($SOC\Delta$), um den Referenzstromwert (I_{REF}) zu erhalten.

18. Schaltung (10) nach Anspruch 16, wobei das Mittel (28, 30) zur Lieferung eines zweiten Stromes (I_C) Mittel (28) zur Steuerung eines Wandlers (30) in Ansprechen auf den Stromfehlerwert (I_{ERROR}) umfaßt. 30

19. Schaltung (10) nach Anspruch 18, wobei das Mittel zur Steuerung eines Wandlers (28) Mittel (28) zur Steuerung einer Betriebsspannung des Wandlers (30) innerhalb vorbestimmter oberer und unterer Spannungsgrenzen umfaßt. 35

20. Schaltung (10) nach Anspruch 19, wobei das Mittel (28) zur Steuerung einer Betriebsspannung Mittel (28) zur Bestimmung der oberen und unteren Spannungsgrenzen in Ansprechen auf eine Temperatur (BAT_TEMP) in Verbindung mit der ersten Batteriegruppe (18) umfaßt. 40

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

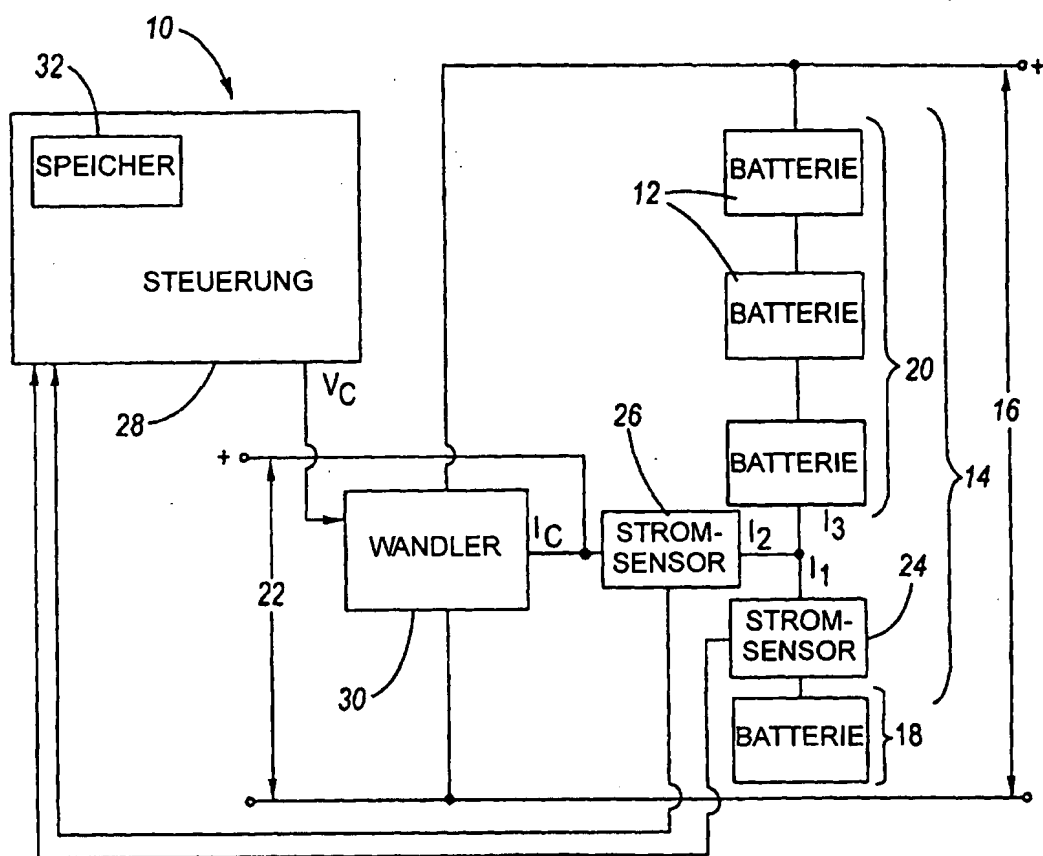


Fig. 1

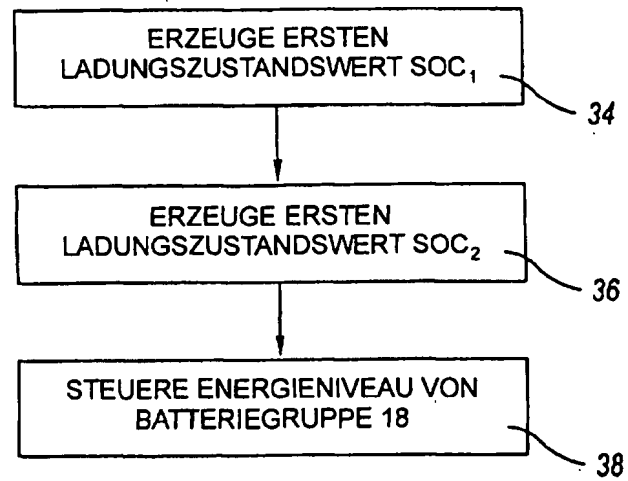


Fig. 2

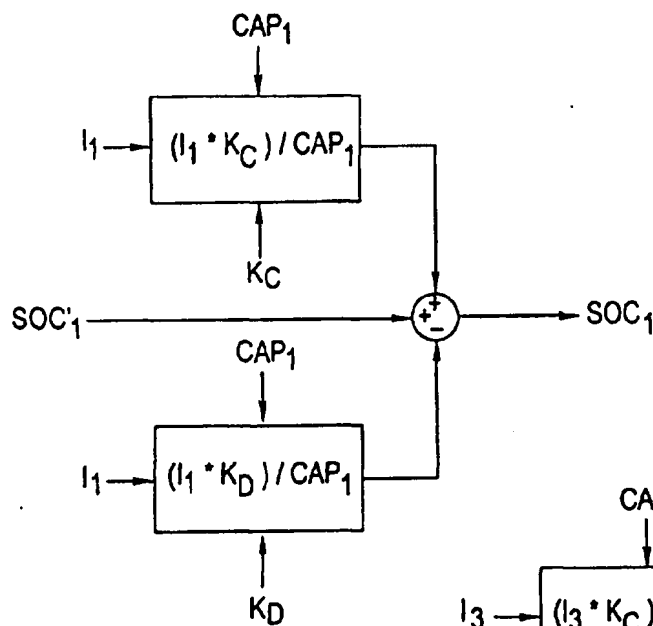


Fig. 3

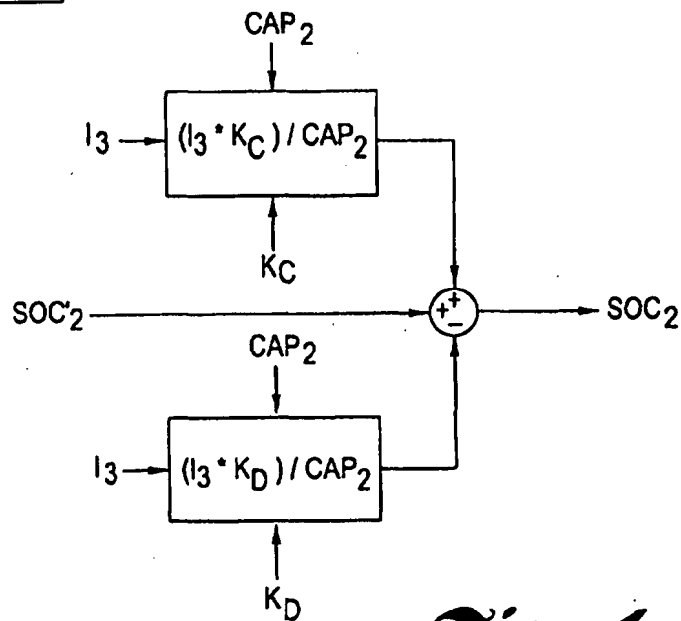
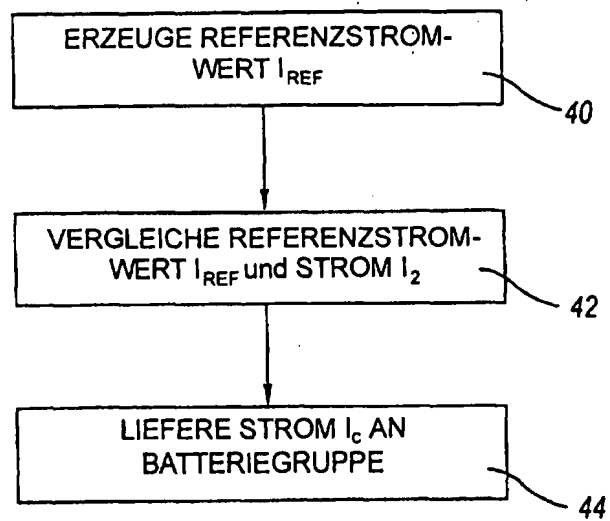
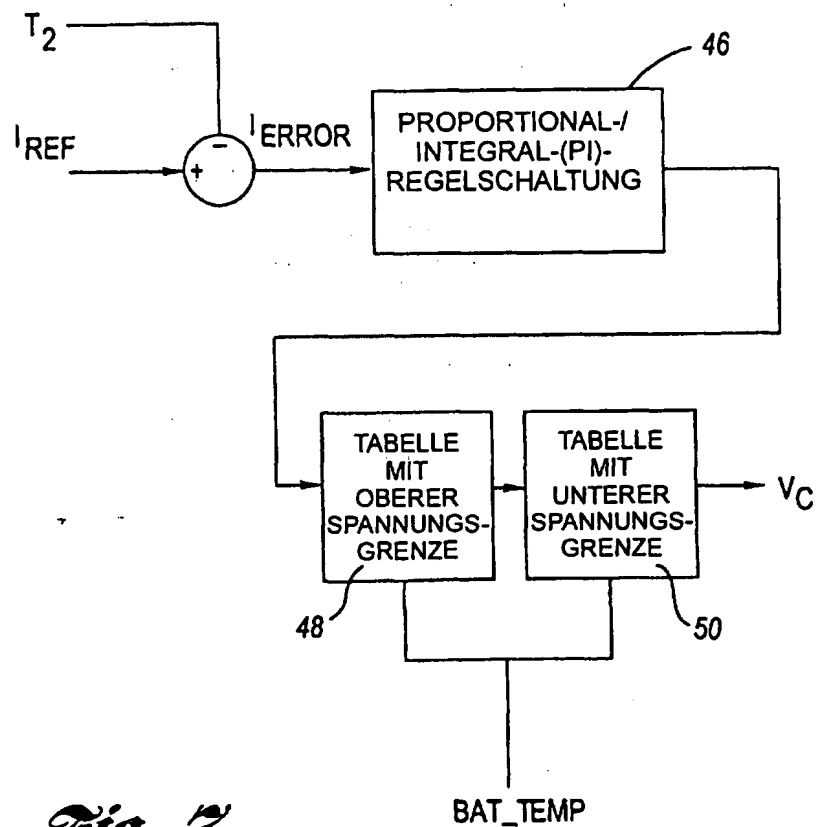


Fig. 4

*Fig. 5**Fig. 7*

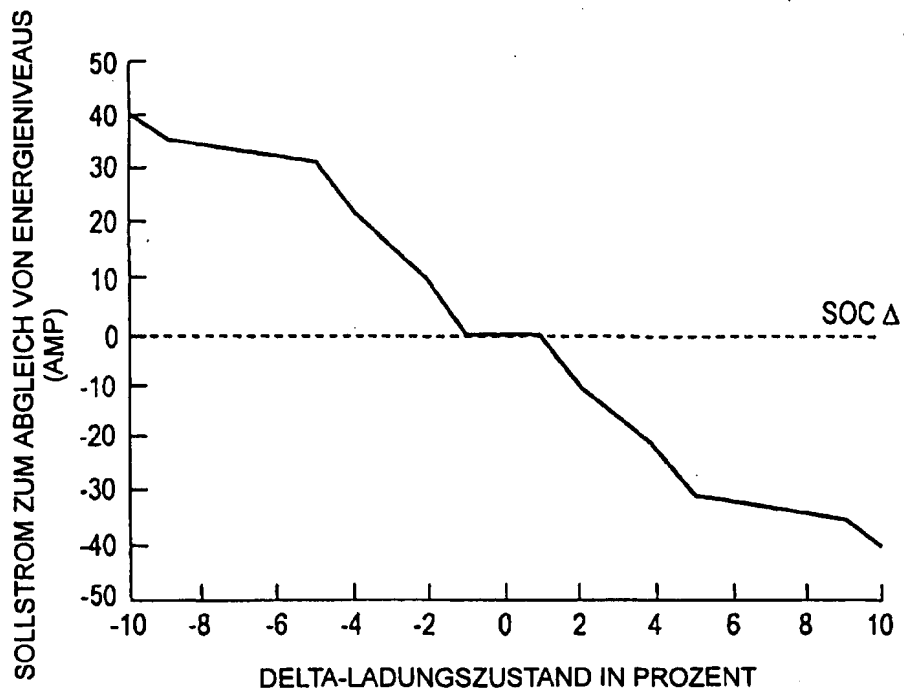


Fig. 6

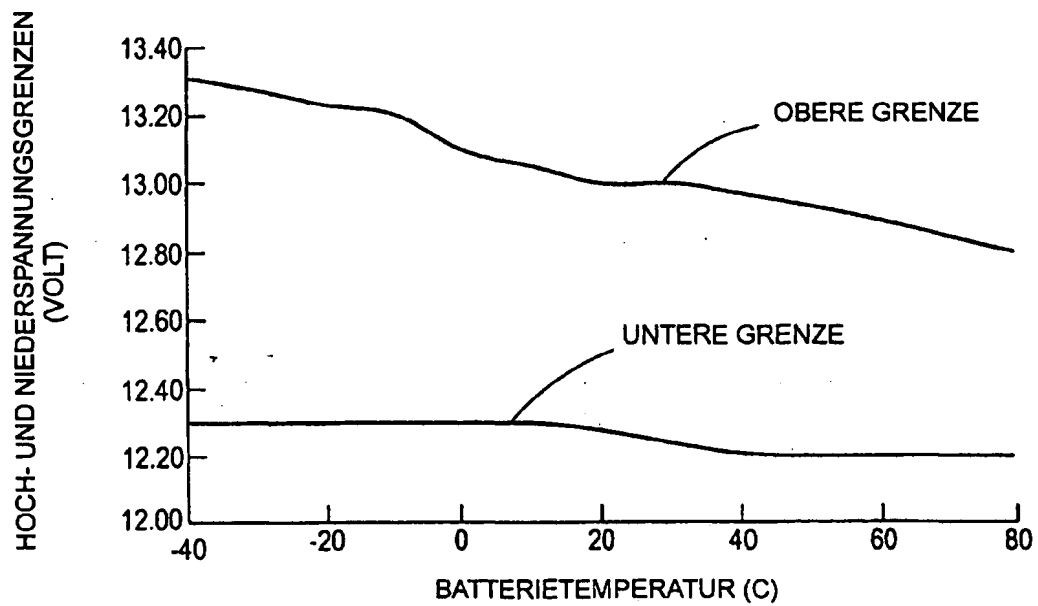


Fig. 8